

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2002 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02682421     \*\*Image available\*\*

FORMATION OF SINGLE CRYSTAL SILICON FILM

PUB. NO.:     **63-299321** [JP 63299321 A]

PUBLISHED:     December 06, 1988 (19881206)

INVENTOR(s):   NOGUCHI TAKASHI

MORITA YASUSHI

APPLICANT(s): SONY CORP [000218] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)

APPL. NO.:     62-135522 [JP 87135522]

FILED:           May 29, 1987 (19870529)

INTL CLASS:     [4] H01L-021/20; H01L-021/263; H01L-021/84

JAPIO CLASS:    42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R004 (PLASMA); R096 (ELECTRONIC MATERIALS  
-- Glass Conductors)

JOURNAL: Section: E, Section No. 736, Vol. 13, No. 132, Pg. 128, March  
31, 1989 (19890331)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To form excellent boundary surfaces of each layer without development and mingling of foreign matter between layers, by forming three layers continuously, i.e., only by changing material gas in the same reaction chamber.

CONSTITUTION: On an insulator 11, a first layer 1 containing nitrogen or carbon less than or equal to 20 atomic %, i.e., being composed of an amorphous silicon layer of  $\text{Si}(\text{sub } 1-x)\text{N}(\text{sub } x)$  or  $\text{Si}(\text{sub } 1-x)\text{C}(\text{sub } x)$  ( $0 < x \leq 0.2$ ) is formed. Next, a second layer 2 composed of an amorphous silicon layer substantially not containing N or C is formed. Then a third layer 3 composed of an amorphous silicon layer of  $\text{Si}(\text{sub } 1-x)\text{N}(\text{sub } x)$  or  $\text{Si}(\text{sub } 1-x)\text{C}(\text{sub } x)$  ( $0 < x \leq 0.2$ ) which contains nitrogen or carbon less than 20 atomic % is formed. Each of the layers 1-3 is continuously formed in order by low pressure vapor growth method CVD. That is, it is formed in the same reaction chamber only by adjusting or changing the supply of material gas.

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2002 EPO. All rts. reserv.

8465049

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 63299321 A2 881206 <No. of Patents: 002>

FORMATION OF SINGLE CRYSTAL SILICON FILM (English)

Patent Assignee: SONY CORP

Author (Inventor): NOGUCHI TAKASHI; MORITA YASUSHI

IPC: \*H01L-021/20; H01L-021/263; H01L-021/84

CA Abstract No: 111(16)144552Q

Derwent WPI Acc No: C 89-021364

JAPIO Reference No: 130132E000128

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date	
<b>JP 63299321</b>	A2	881206	JP 87135522	A	870529	(BASIC)
JP 2550998	B2	961106	JP 87135522	A	870529	

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 87135522 A 870529

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-299321

⑪ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)12月6日

H 01 L 21/20  
21/263  
21/84

7739-5F

7739-5F 審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 単結晶シリコン膜の形成方法

⑮ 特 願 昭62-135522

⑯ 出 願 昭62(1987)5月29日

⑰ 発 明 者 野 口 隆 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
⑱ 発 明 者 森 田 靖 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
⑲ 出 願 人 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号  
⑳ 代 理 人 弁理士 伊 藤 貞 外1名

## 明 細 書

発明の名称 単結晶シリコン膜の形成方法

特許請求の範囲

絶縁体上に、

窒素または炭素を20原子%以下含む非晶質シリコン層より成る第1の層と、非晶質シリコン層より成る第2の層と、窒素または炭素を20原子%以下含む非晶質シリコン層より成る第3の層とを順次連続的に形成し、

熱処理により上記第1～第3の層の結晶化を行って単結晶シリコン層を形成することを特徴とする単結晶シリコン膜の形成方法。

発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、単結晶シリコン膜の形成方法、特に絶縁膜、或いは絶縁基板等の絶縁体上に単結晶シリコン膜を形成するいわゆるSOI技術による単結晶シリコン膜の形成方法に係わる。

〔発明の概要〕

本発明は、いわゆるSOIによる単結晶シリコン膜の形成方法において、その絶縁体上に窒素または炭素を含有せしめるもこれらが20原子%以下の範囲で含むシリコン層より成る第1及び第3の層を、非晶質シリコン層より成る第2の層の上下に配するように順次各層を連続的に形成し、熱処理を行うことによって、単結晶シリコン層の結晶化を行うようにして良質な単結晶シリコン膜が得られるようにする。

〔従来の技術〕

絶縁膜あるいは絶縁基板等の絶縁体上にシリコン単結晶膜を形成するいわゆるSOI技術は例えばプレスジャーナル社発行のセミコンダクタ・ワールド(Semiconductor World) 1985.4 第108頁～第115頁に開示されているところであり、このSOI技術は各種半導体装置の製造において急速に広く実用化されるに至っている。

このようにSOI技術によって単結晶シリコン層を形成するにあたりアニールすなわち加熱処理

による再結晶法を用いる場合、加熱処理時に際してシリコン層に割がれ、あるいはボールアップすなわち粒状ないしは塊状化が発生して結晶性や膜状態を低下させるようなことが生じないように、シリコン上にキャップ層として $\text{SiO}_2$ 層と $\text{Si}_3\text{N}_4$ 層とを積層形成することが行われる。あるいはシリコン層の上下に厚さ50Å以下の $\text{Si}_3\text{N}_4$ 層を配したサンドイッチ構造とし、これの上に厚さ例えば2μmの $\text{SiO}_2$ 層と、さらにその上に厚さ600Åの $\text{Si}_3\text{N}_4$ 層のキャップ層を被着形成し、サンドイッチ構造の窒素Nを含む $\text{Si}_3\text{N}_4$ 層によってシリコンの再結晶化のアニール時における溶融状態で下地の $\text{SiO}_2$ 層とのいわゆるぬれをよくし割れ等によるシリコン層の粒状化ないしは塊状化の防止をより効果的に行って良質の単結晶シリコン膜を形成するいわゆるキャップ層の形成を行うことの提案が、例えばマテリアルズ・リサーチ・ソサイアティ・シンポジウム・プロシーディングVol.53, 1986マテリアルズ・リサーチ・ソサイアティ第45〜51頁(Materials Research Society Symposium

Proceeding Vol.53, 1986, Materials Research Society)及び同第53〜58頁でなされている。

しかしながら、このようにキャップ層を設けてその再結晶化のアニール、例えばエキシマレーザ(紫外線波長249nm)の照射を行う場合、キャップ層としての $\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜でのこのエキシマレーザ光の吸収が高いためにシリコン層での結晶化のための熔融が効果的に行われず、また前者の方法では、窒素Nのぬれの向上の効果が得られないことからシリコン層の粒状ないしは塊状化いわゆるアグロメレイション(Agglomeration)の発生を防止する効果が得難い。また前述した後者の方法の $\text{Si}_3\text{N}_4$ によるサンドイッチ構造をとる場合には、上述したアグロメレイション防止効果は得られるものの、この場合 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 層を使用することからそのNの含有量は57原子%にも及ぶ大きな量であること、またその膜厚制御が困難であることによって実質的に窒素Nの総量の制御がむずかしいという問題があるものである。そして、このような窒素Nが多量に含まれる場合これがドナーとし

て作用することから、得られた単結晶シリコン層がn型化される傾向があり、またこの窒素Nの量が多くなるとダングリングボンドが多く存在することによって例えば(100)結晶面の単結晶シリコン層の出現を妨げるという不都合が生じる。またその窒化膜の厚さが大となればそれ自体のアニール時の亀裂等の問題が発生してくる。

また上述した窒素Nに変えて炭素Cを用いることが考えられるが、この場合においても上述したドナーとしての作用についての不都合が回避されるものの、他の問題については同様の問題が残る。

(発明が解決しようとする問題点)

本発明は上述した諸問題を解決し、制御性よく且つ再現性よく良質の膜性状および結晶性を有するSOIによる単結晶シリコン膜の形成方法を提供するものである。

(問題点を解決するための手段)

本発明においては、絶縁体(11)上に窒素また

は炭素を20原子%以下含む、すなわち $\text{Si}_{1-x}\text{N}_x$ または $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$ (いずれも $0 < x \leq 0.2$ )の非晶質シリコン層より成る第1の層(1)と、NまたはCを実質的に含まない非晶質シリコン層より成る第2の層(2)と、窒素または炭素を20原子%以下含む $\text{Si}_{1-x}\text{N}_x$ または $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$ (いずれも $0 < x \leq 0.2$ )の非晶質シリコン層より成る第3の層(3)とを低圧気相成長法CVDによって順次連続的にすなわち同一反応室中で原料ガスの供給を調整ないしは変化させるのみで、各層(1)〜(3)を形成し、その後熱処理すなわちアニール処理を行って層(1)〜(3)の再結晶化を行って単結晶シリコン層を形成する。

(作用)

上述した本発明方法によれば各層(1)、(2)及び(3)を連続的に、すなわち同一反応室内で原料ガスの変化のみで形成するので、各層(1)〜(3)間に異物の発生混入が回避されて各層の界面が良好に形成される。またシリコンナイトライド層(1)および(3)は

その窒素Nの混入量と、その厚さの制御が確実に  
行うことができるものであり、その窒素の含有量  
20原子%以下としたことによってダングリングボ  
ンドの発生率を低めることができ良好な膜性状と  
結晶性を有する結晶面生成を可能にし、窒素N  
が多量に存在することによる不必要なドナーの発  
生を回避できる。また更に両シリコンナイトライ  
ド層(1)及び(2)の膜厚を必要量以上に大なること  
を回避でき加熱時の亀裂の問題を回避できる。

尚、本発明において、第1及び第3の $Si_{1-x}N_x$   
或いは $Si_{1-x}C_x$ 層(1)及び(3)において $x \leq 0.2$ と  
するのは、Nが20原子%を超えると冒頭に述べた  
NまたはCが多量に混入する場合のダングリング  
ボンドの発生、またNの場合はドナーとしての問  
題が生じてくることによる。

#### (実施例)

例えば石英よりなる絶縁体(11)上に、非晶質  
のシリコンナイトライド $Si_{1-x}N_x$  : H層(1)を、  
300Åから20Åの例えば50Å、望ましくは50Å以

下に被着形成し、続いてこれの上に非晶質の $Si$  :  
H層(2)例えば0.5 $\mu$ m以下に形成し、更に続いて  
これの上に上述した第1のシリコンナイトライド  
層(1)と同様の組成および膜厚範囲にあるシリコン  
ナイトライド層(3)を夫々連続的にプラズマCVD  
法、あるいは光CVD法によって形成する。

これら各層(1)~(3)の各原料気体は、Arあるいは  
H<sub>2</sub>、キャリアガスに、窒素Nの原料としてN<sub>2</sub>あ  
るいはNH<sub>3</sub>を、またシリコンSiの原料として $SiH_4$   
あるいは $Si_2H_6$ をそれぞれ所要の比率をもってこ  
れら原料ガスの混入量を変化させながら、気相成  
長させて被着する。

その後、N<sub>2</sub>雰囲気中で400~500℃の5~10  
時間の熱処理を行って各層(1)~(3)中に含まれる水  
素Hを排出する。

その後、第2図に示すように、シリコンナイト  
ライド層(3)上にキャッピング層として例えば1 $\mu$ m  
以上例えば2 $\mu$ mの $SiO_2$ 層(4)を介して、 $SiN$ 層(5)  
を600Å程度の厚さに被着する。

そして最終的に製造しようとする半導体装置に

において単結晶層を部分的に所要のパターンをも  
って形成する場合など、必要に応じて各シリコン層  
(1)(2)(3)の不要部分をプラズマエッチング等によ  
って除去し、石英絶縁体(11)上に所定のパター  
ンのシリコン層を形成し、その後加熱処理すなわ  
ちアニール、例えばゾーンメルト法あるいは連続  
発振レーザー光もしくはパルスレーザー光例えば  
パルスエキシマレーザー光を照射して、各非晶質  
層(1)~(3)が再結晶化された単結晶シリコン層を得  
る。

その後必要に応じてキャッピング層としての  
 $SiO_2$ 層(4)および $SiN$ 層(5)をエッチング除去し、各  
種半導体の製造例えばトランジスタその他の半導  
体素子の形成を行い目的とする半導体装置を得る。

なお、上述した例においては、各層(1)、(2)、(3)  
は窒素Nを含む層とした場合であるが、 $Si_{1-x}C_x$   
( $0 < C \leq 0.2$ )とすることもできる。

なお上述した例においては、石英基板よりなる  
絶縁体(11)上に単結晶シリコン膜の形成を行う  
場合について説明したが、石英基板に限らずその

他各種の絶縁基板に適用することもできるし、ま  
た基板として単結晶シリコンあるいはサファイア  
等の単結晶基板上に $SiO_2$ 下地層を形成し、この  
 $SiO_2$ 下地層に窓明けを行ってこれの上にシリコン  
層の形成を行い単結晶基板をシードしてこれより  
単結晶を成長させて行くという方法によるなど従  
来周知の各種SOIに適用し得る。

#### (発明の効果)

上述したように本発明においては単結晶層を得  
るためのCVDによる非晶質シリコン層中にNま  
たはCを混入させるという方法をとるので、その  
混入量の制御を正確に行うことができること、し  
たがって再現性にすぐれていること、また、各層  
(1)~(3)を連続CVDによって形成したので各層の  
界面に不要な混入物が分存することを回避でき良  
質な結晶化を阻害するような不都合を回避するこ  
と、また各層(1)~(3)が非晶質シリコン層であるこ  
とによってアニール時の例えばエキシマレーザ  
ー光照射をするときエネルギー吸収効率が高められ

ることから容易に溶解し、これによって良質の再結晶化を行うことができるなどの効果をもたらす。また各シリコン(Ⅰ)及び(Ⅱ)中のNまたはCの含有量が小さく、更にその厚さの制御を確実に行うことができることから、不必要にNまたはCが多量に混入することが回避され、例えばダングリングボンドの存在量が多くなったりアニール時の亀裂の発生が生じたりする不都合が回避される。また窒素Nが多量に存在する場合におけるドナーの発生即ち、単結晶シリコン層のn型化を防止し得るなど多くの効果をもたらすことができる。

そして、上述の効果は、第1及び第3の層(Ⅰ)及び(Ⅱ)の炭素または窒素の混入量を  $0 < x \leq 0.2$  としたときに、またはより効果的には、その厚さが300Å以下である場合に生じ更にこれら層(Ⅰ)及び(Ⅱ)の厚さは20Å未満では制御性に問題が生じてくる場合があるので、その厚さは300Å～20Åとすることが望ましい。

図面の簡単な説明

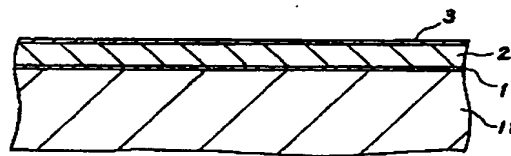
第1図および第2図は、本発明による単結晶シ

リコン膜の形成方法の説明に供する各工程の略略的拡大断面図である。

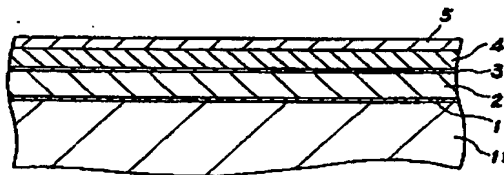
(11) は絶縁体、(Ⅰ)および(Ⅱ)はNまたはCを含む非晶質シリコンより成る第1及び第3層、(Ⅱ)は非晶質シリコンより成る第2の層である。

代理人 伊 藤 貞  
同 松 隈 秀 盛

1:第1の層  
2:第2の層  
3:第3の層  
4 } 4層  
5 } 5層  
11:絶縁体



本発明方法の一工程の断面図  
第1図



本発明方法の他の工程の断面図  
第2図